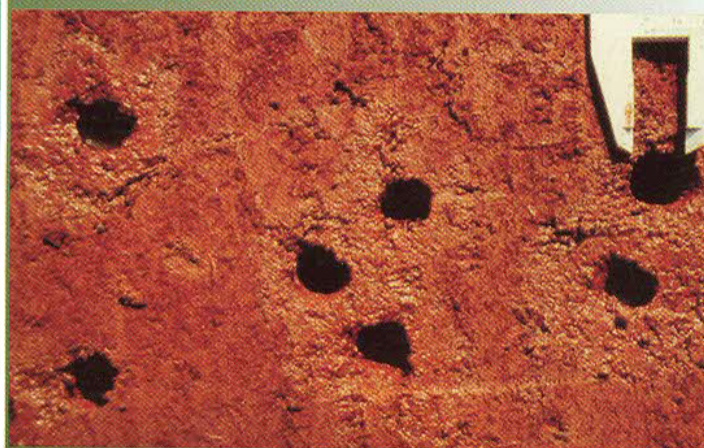


Amostragem de Insetos de Solo sob Plantio Direto



ISSN 1516-5582

***Amostragem de Insetos de Solo
sob Plantio Direto***

Dirceu N. Gassen

*Passo Fundo, RS
1999*

Embrapa

Trigo

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

*Embrapa Trigo
Rodovia BR 285, km 174
Telefone: (54)311-3444
Fax: (54)311-3617
Caixa Postal 451
99001-970 Passo Fundo, RS*

Tiragem: 500 exemplares

Comitê de Publicações

Rainoldo Alberto Kochhann - Presidente

Amarilis Labes Barcellos

Dirceu Neri Gassen

Erivelton Scherer Roman

Geraldino Peruzzo

Irineu Lorini

Tratamento Editorial: Fátima Maria De Marchi

Capa: Liciane Duda Bonatto

Referências Bibliográficas: Maria Regina Martins

GASSEN, D.N. Amostragem de insetos de solo sob plantio direto. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 32p. (Embrapa Trigo. Documentos, 12).

Insetos de solo; Plantio direto.

CDD 631.51

Apresentação

A prática da agricultura moderna tem se caracterizado pelo aumento da precisão nos procedimentos de condução da lavoura, no uso de máquinas e equipamentos, de insumos, de investimentos e, acima de tudo, da correta identificação e quantificação de pragas e doenças que infestam essas lavouras.

Insetos como praga em agricultura são bastante estudados e conhecidos. A identificação das espécies, e principalmente o conhecimento de seu potencial de dano, é fundamental para a tomada de decisão sobre procedimentos que permitam minimizar os prejuízos que as pragas podem trazer à produtividade ou ao custo da lavoura. Este trabalho foi produzido justamente com o objetivo de oferecer aos usuários dos conhecimentos produzidos pela Embrapa Trigo, procedimentos que permitam a adequada amostragem de insetos que vivem no solo para que decisões de manejo ou mesmo de controle sejam corretamente tomadas.

Temos convicção da importância desta publicação e nos orgulhamos de torná-la disponível aos atuais e futuros profissionais da agropecuária, assim como aos produtores rurais, pois temos certeza de que essas informações são extremamente relevantes para um processo produtivo mais eficiente, menos dispendioso e menos agressivo ao ambiente, e conseqüentemente sustentável.

*Benami Bacaltchuk
Chefe-geral da Embrapa Trigo*

Sumário

<i>Introdução</i>	7
<i>Insetos de solo</i>	8
<i>Teoria de amostragem</i>	10
<i>Disposição espacial</i>	11
<i>Número de unidades de amostra</i>	16
<i>Tamanho da unidade de amostra</i>	16
<i>Freqüência e época de amostragem</i>	21
<i>Extração de Insetos de solo</i>	22
<i>Sugestões para amostragem de insetos de solo sob plantio</i>	
<i>direto</i>	23
<i>Referências bibliográficas</i>	24

Amostragem de Insetos de Solo sob Plantio Direto¹

Dirceu N. Gassen²

Introdução

O conhecimento sobre a amostragem de insetos é a base para estudos e manejo de pragas em agricultura. A estimativa de populações tem precisão proporcional à da amostragem. Ela deve estar fortemente relacionada ao conhecimento sobre a função ecológica e sobre a origem evolucionária das características de distribuição de insetos de solo. Essas características, associadas ao conhecimento de teoria estatística, são fundamentais para a obtenção de informação precisa. Não é suficiente tratar a amostragem somente em termos teóricos. É inconcebível desenvolver cálculos sofisticados e tirar conclusões definitivas sobre uma base deficiente de informações.

O reconhecimento da necessidade de consultar estatísticos, ao iniciar um plano de amostragem de insetos, é unânime; entretanto, isso raramente ocorre. A consulta e a relação com

¹ *Apresentado no "I Encontro sobre Metodologia de Pesquisa sob Plantio Direto no Conesul - PROCISUR", Passo Fundo, RS.*

² *Eng.-Agr., Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. e-mail: gassen@cnpt.embrapa.br.*

os estudiosos da estatística visa à indicação de um sistema de análise e de comparação de médias sobre dados já obtidos, sem o devido planejamento necessário.

O planejamento da pesquisa é essencial para a organização das tarefas necessárias e para a realização do estudo, incluindo a coleta de dados necessários na análise estatística.

A teoria de amostragem de insetos é apresentada de forma detalhada em várias publicações e em compêndios de entomologia e de estatística. Para maiores detalhes, sugere-se a leitura de Ruesink e Kogan (1975), de Karandinos (1976) e de Southwood (1978).

O procedimento de amostragem de insetos de solo, em geral, é semelhante sob plantio direto e sob preparo convencional de solo. Neste trabalho serão apresentados um resumo sobre os aspectos de maior relevância na amostragem de insetos de solo e sugestões para a coleta de informações sobre a fauna associada às plantas cultivadas sob plantio direto.

Insetos de Solo

Os insetos de solo podem ser agrupados, de acordo com o hábitat e com as características de alimentação, em insetos subterrâneos e em insetos de superfície.

Os insetos subterrâneos habitam, principalmente, o horizonte A e raramente vêm à superfície. Apresentam um conjunto de hábitos característicos e são pouco afetados pelos eventos climáticos da atmosfera (Gassen, 1992a).

Os insetos de superfície do solo habitam o horizonte O e penetram no solo através de rachaduras ou de cavidades natu-

rais. A cobertura orgânica do solo e o clima têm grande influência sobre a biologia desse grupo de insetos (Gassen 1992a).

Os organismos vivos podem ser agrupados em estrategistas "r" ou "K", de acordo com a habilidade de colonização, com a capacidade de reprodução e com a intensidade de danos nas plantas. Os animais considerados estrategistas "r" reproduzem-se rapidamente, colonizam as plantas e podem causar danos severos, num período curto de tempo, emigrando quando as condições são desfavoráveis.

Os animais caracterizados como estrategistas "K" são especializados. Em geral, apresentam baixa capacidade reprodutiva e ciclo biológico mais longo. O número de indivíduos de suas populações evolui lentamente.

A compreensão das características reprodutivas das espécies de maior importância e da relação entre as pragas e as plantas cultivadas é importante nas definições de níveis de dano, nos métodos de amostragem e na tomada de decisão sobre controle e manejo das espécies-praga.

Os insetos subterrâneos e os de superfície podem ser agrupados, de acordo com os hábitos alimentares, em dependentes e em independentes da planta cultivada. As espécies dependentes, geralmente estrategistas "r", se desenvolvem na lavoura, principalmente após a implantação da cultura, e os adultos escolhem as plantas hospedeiras para a oviposição.

As pragas independentes, geralmente estrategistas "K", são espécies de ciclo biológico mais longo e estão presentes no momento da implantação da cultura.

*Exemplos típicos de pragas subterrâneas dependentes de hospedeiro são *Volaticapachitaeniella* (Lep., Pyralidae) e *Diabrotica speciosa* (Col., Chrysomelidae). Exemplos de pragas subterrâ-*

neas independentes do hospedeiro são cupins (*Iso.*, Termitidae) e larvas de *Phyllophaga* spp., de *Diloboderus abderus* e de *Phytalus sanctipauli* (Col., Melolonthidae). São exemplos de pragas de superfície do solo dependentes do hospedeiro *Listronotus bonariensis* (Col., Curculionidae), *Delia platura* (Dip., Anthomyiidae) e *Rhopalosiphum rufiabdominale* (Hom., Aphididae), e de pragas de superfície do solo independentes do hospedeiro *Blapstinus punctulatus* (Col., Tenebrionidae), *Agrotis ipsilon* (Lep., Noctuidae) e *Elasmopalpus lignosellus* (Lep., Pyralidae).

Teoria de Amostragem

Na adoção de um plano de amostragem de insetos de solo, deve-se definir, primeiro, o objetivo a que se destina a obtenção dos dados.

A estimativa de populações pode ser obtida por amostragem intensiva, adotada em estudos científicos, e por amostragem extensiva, com o objetivo de prever possíveis danos de pragas, envolvendo a procura de informações a respeito da distribuição do inseto sobre áreas maiores:

A unidade de amostra, quanto ao tamanho, à forma e ao critério de seleção, deve satisfazer algumas regras básicas (Morris, 1955): todas as unidades do universo amostrado devem ter a mesma chance de ser escolhidas; deve haver estabilidade, ou seja, as mudanças no número de indivíduos da população devem ser fácil e continuamente monitoradas; a proporção da população de insetos coletados na unidade de amostra deve ser constante; a unidade de amostra deve permitir a fácil conversão para unidades de área e ser facilmente delimitada em campo; a unida-

de de amostra deve ser de tamanho tal que permita o equilíbrio entre a variância e o custo para a sua obtenção; o tamanho não deve ser pequeno demais, em relação ao tamanho do inseto, devido aos efeitos de erro de borda; para insetos em movimento, a unidade de amostra deve cobrir a média do ambiente de vida do indivíduo.

A decisão sobre o método de amostragem a ser empregado é baseada no nível de precisão desejado e no custo para a obtenção dos dados. A precisão e o custo dependem do tamanho e do número de unidades de amostra, do período ou da época quando as amostras serão tomadas e do método usado para a contagem de insetos. Não é suficiente determinar qual método coleta mais insetos nem basta examinar se o coeficiente de variação é aceitável. A razão maior da amostragem é obter informações.

De acordo com os objetivos de um programa de amostragem, exigem-se níveis de precisão correspondentes. Para estudar aspectos da dinâmica populacional, por exemplo, se requer maior precisão. Para decisões de controle, a informação deve ser coletada no menor espaço de tempo possível, com o menor custo. Nessa situação, são aceitos níveis de precisão mais baixos.

Deve-se salientar a importância de se estabelecer claramente os objetivos e as hipóteses a serem testadas, antes de se iniciar um programa de amostragem de populações.

Disposição Espacial

A dispersão, ou disposição, de populações de insetos no espaço pode definir de forma mais esclarecedora as características de uma espécie do que a descrição de ciclo biológico e de características reprodutivas (Taylor, 1984). Ela determina os

métodos de amostragem (Rojas, 1964) e de análise de dados de experimentos. Mudanças na forma da disposição espacial devem ser consideradas, junto com mudanças no tamanho da população, na interpretação da dinâmica populacional de insetos. A redução no agrupamento de insetos sésseis pode ser interpretada como indicativa de ação de fatores de mortalidade mais severa sobre altas densidades populacionais. Ou, se a distribuição populacional tende a ser regular, o fator determinante poderia ser a competição entre indivíduos. O entendimento da dispersão é de fundamental importância para a análise das relações entre hospedeiros e seus predadores e parasitos (Iwao, 1963).

A disposição espacial de indivíduos de uma população natural muito raramente se configura como uma distribuição normal. Isso ocorre somente quando a dispersão é ao acaso, a população é muito alta ou o tamanho da unidade de amostra é tão grande que resulta num número considerável de indivíduos coletados em cada unidade de amostra. A importância da distribuição normal está no fato de que, para a maioria dos métodos estatísticos, o resultado das amostras deve apresentar uma distribuição normal e a variância deve ser independente da média (a variância é homogênea e todos os erros na mesma curva de frequência) e seus componentes aditivos. Para superar esses problemas, os dados podem ser transformados, isto é, os dados reais são substituídos por funções cuja distribuição se enquadra numa distribuição normal estabilizando, assim, a variância. Em muitos casos, pode-se reduzir o custo de obtenção de dados sem perda na exatidão da estimativa da população.

Perdas de informação ou erros de amostragem podem ser superados pela coleta de subamostras, que são misturadas antes da contagem para formar uma amostra composta. Isso é espe-

cialmente importante nos casos em que o processo de extração é complexo, como ocorre com a amostragem de insetos de solo.

Os modelos de distribuição (agregado, ao acaso ou agrupado) podem variar de acordo com o tamanho da unidade de amostra e com as dimensões da população do inseto. A distribuição de insetos-praga no início da infestação pode ser ao acaso, mas, ao iniciar a reprodução, tornar-se agrupada. Outras vezes, a constatação de uma distribuição ao acaso pode ser resultado do método de amostragem, não refletindo características ou hábitos biológicos do inseto.

Estudos sobre a distribuição espacial de larvas de melolontídeos em trigo e em soja sob plantio direto evidenciam maior concentração de insetos junto à fileira de semeadura de plantas (Figuras 1 e 2) (Gassen, 1992b). Partindo do conhecimento de que as larvas se concentram junto à fileira de trigo, a menor unidade ecológica de amostragem deveria cobrir o espaçamento entre fileiras.

As larvas de *D. abderus* se encontram em profundidades maiores do que as de *P. sanctipauli* (Figura 3) (Gassen, 1992b). Em soja, as larvas de *C. flavipennis* se encontram concentradas na superfície do solo (Figura 4). A diferença na profundidade onde se encontram as larvas (Figuras 3 e 4) também determina a adoção de metodologia apropriada para reduzir o esforço e aumentar a eficiência na amostragem. O conhecimento da distribuição espacial de insetos de solo é a base para uma amostragem eficiente. O modelo de amostragem deveria ser desenvolvido para cada estágio de desenvolvimento da espécie de inseto e de acordo com os objetivos do estudo.

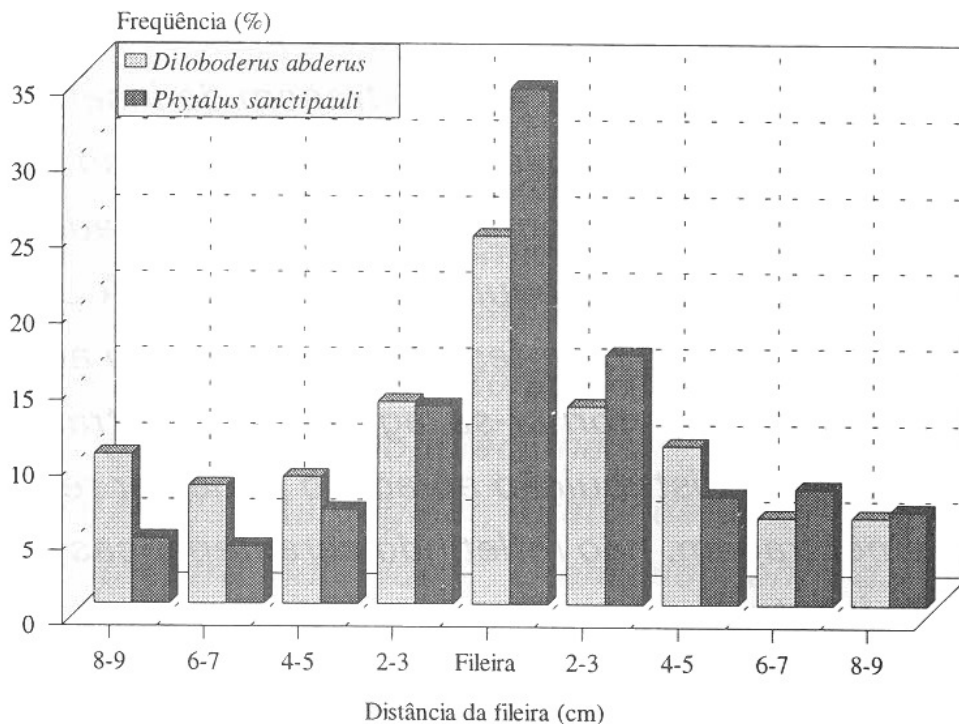


Figura 1. Relação entre a freqüência de larvas de *Diloboderus abderus* e *Phytalus sanctipauli* (Col., Melolonthidae) e disposição espacial relacionada à fileira de trigo, durante o mês de setembro (Gassen, 1992b).

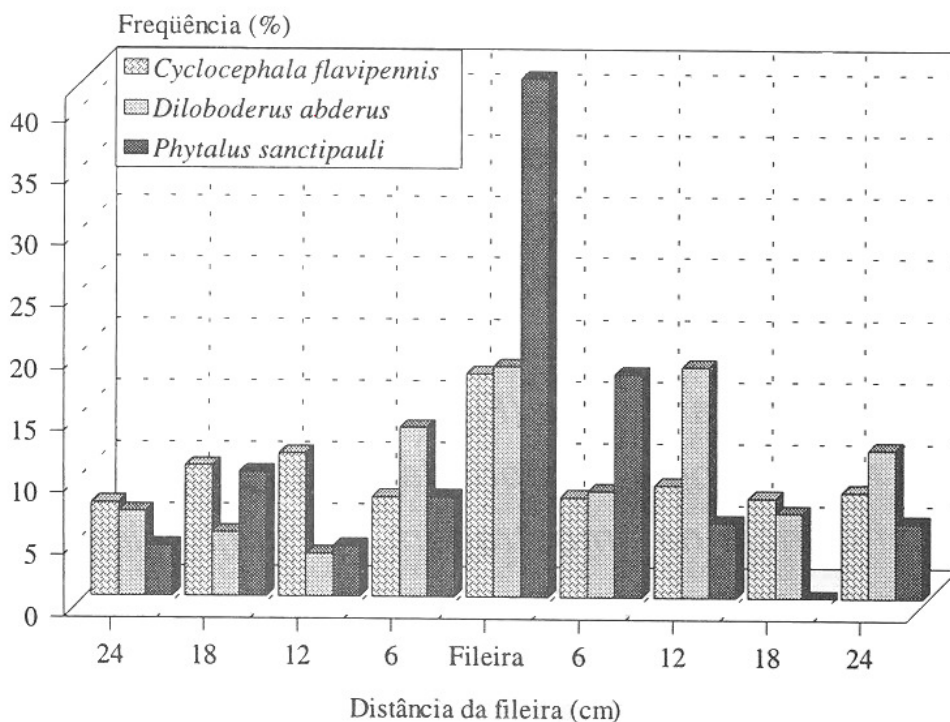


Figura 2. Relação entre a freqüência de larvas de *Diloboderus abderus*, *Phytalus sanctipauli* e *Cyclocephala flavipennis* (Col., Melolonthidae) e a disposição espacial relacionada à fileira de soja, após a colheita, durante o mês de abril (Gassen, não publicado).

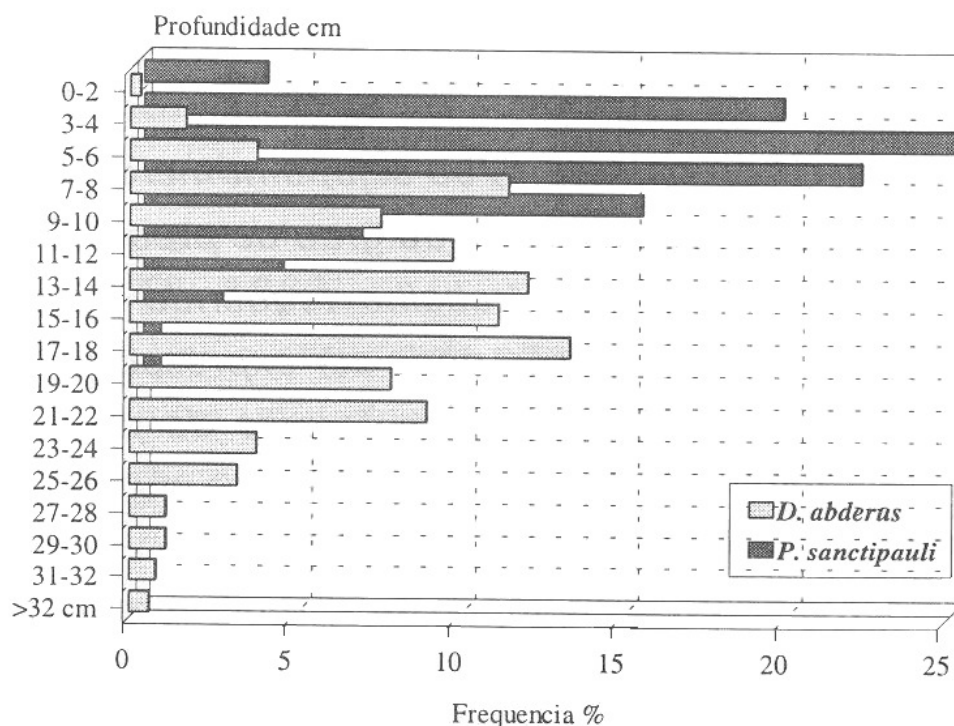


Figura 3. Relação entre a profundidade (cm) no perfil do solo e a freqüência de larvas de *Diloboderus abderus* e *Phytalus sanctipauli* (Col., Melolonthidae), coletadas em lavouras de trigo, durante o mês de setembro (Gassen, 1992b).

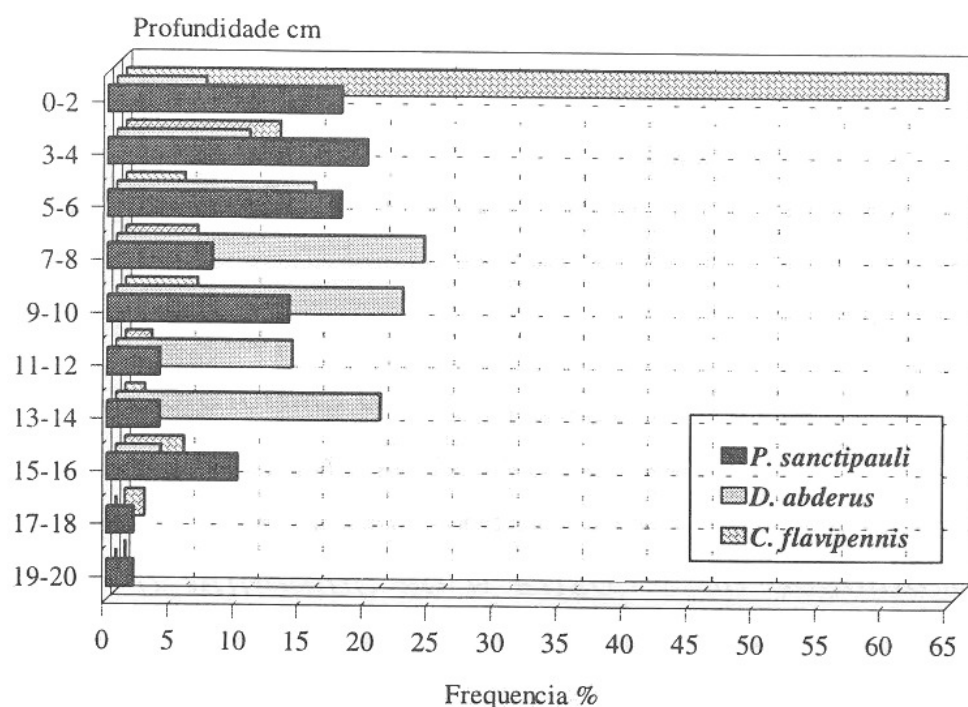


Figura 4. Relação entre a profundidade (cm) no perfil do solo e a freqüência de larvas de *Diloboderus abderus*, *Phytalus sanctipauli* e *Cyclocephala flavipennis* (Col., Melolonthidae), coletadas em lavoura de soja, após a colheita, durante o mês de abril (Gassen, não publicado).

Número de Unidades de Amostra

O tamanho da amostragem, ou seja, o número de unidades de amostras necessárias, depende do grau de precisão estatística desejado e do volume de trabalho requerido para obter a informação. O nível de precisão pode ser expresso por meio do erro padrão pré-determinado ou, em termos de probabilidade, obtido por determinado intervalo de confiança ou de porcentagem da média (Karandinos, 1976).

O tamanho da amostragem, ou seja, o número de unidades de amostras (n) necessárias para satisfazer determinada precisão, baseado numa pré-amostragem, pode ser calculado pela seguinte fórmula: $n = (s/Ex)^2$ (s = desvio padrão, x = média, E = erro padrão pré-determinado, geralmente 0,05) (Southwood, 1978). Na amostragem de insetos de solo sugere-se aceitável um erro padrão de 0,20 (Gassen e Corseuil, 1993).

Tamanho da Unidade de Amostra

O padrão de tamanho da unidade de amostra usado internacionalmente para insetos de solo é de um cilindro com 10 cm de diâmetro (baseado no perfurador de solo para golfe). Em geral, há uma tendência entre os teóricos da estatística de reduzir o tamanho da unidade de amostra e de aumentar o número de repetições. As unidades de amostra de tamanho pequeno podem elevar a precisão por diferenciar microambientes favoráveis e têm a vantagem de reduzir o tempo de amostragem e de extração, aumentando a velocidade de obtenção dos dados. A desvantagem de amostrar em pequenas unidades é a freqüência de zeros. Isso frustra a expectativa do pesquisador e dificulta a

análise dos dados. Esses problemas de análise podem ser superados mediante transformações adequadas ou aumento do tamanho da unidade de amostra. No caso de populações baixas, alguns autores sugerem aumentar o tamanho da unidade de amostra (Spiller, 1948, 1952).

Ao planejar o estudo de populações de insetos de solo, deve-se iniciar com unidades de amostra muito pequenas e aumentar o tamanho até o ponto em que o número de espécies e o número de indivíduos por unidade de área não se alteram significativamente, mesmo com unidades de tamanho muito maiores. Na amostragem de larvas de *D. abderus*, esse ponto de equilíbrio foi observado com unidades de amostra a partir de 20 cm x 40 cm (Figura 5).

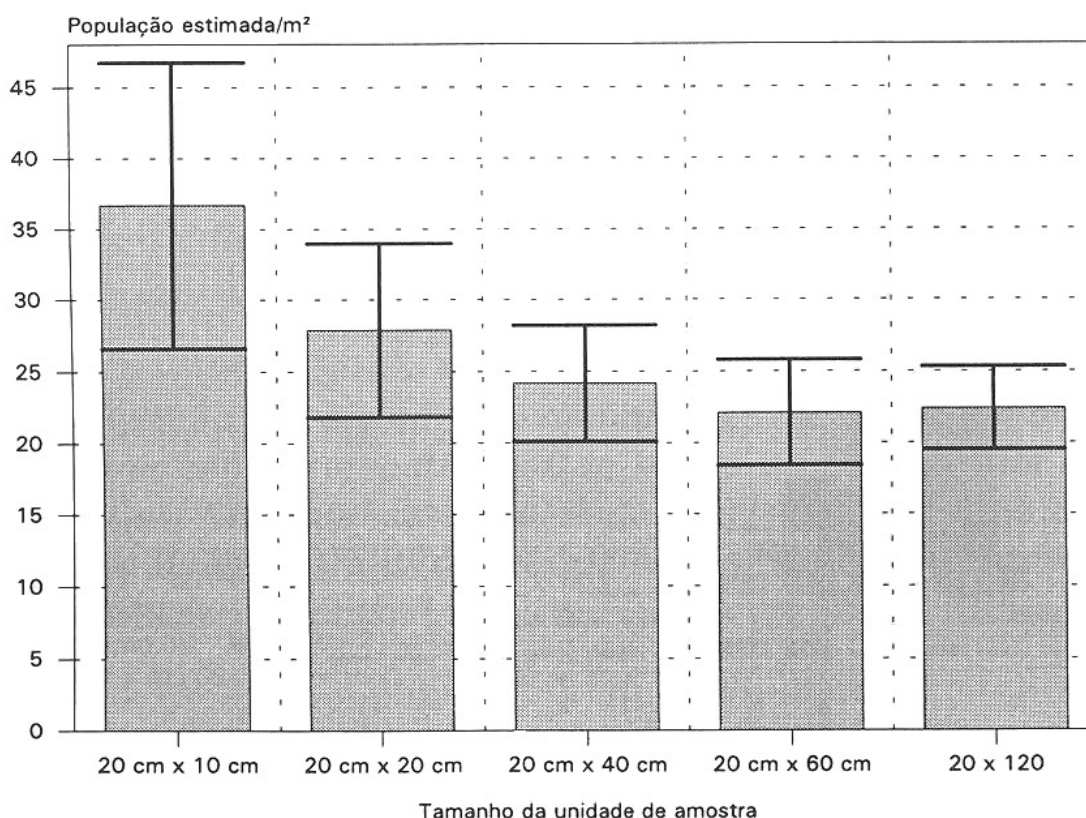


Figura 5. Estimativas de população de larvas de *Diloboderus abderus* (Col., Melolonthidae)/m² (I.C. 95 %), sob diferentes tamanhos de unidade de amostra (Gassen, não publicado).

Os resultados de pesquisa com a amostragem de larvas de *D. abderus* em lavouras sob plantio direto encontram-se nas Figuras 6 e 7 (Gassen e Corseuil, 1993). Com população média de 26 larvas/m², a amostragem com unidades de amostra pequenas (20 cm x 10 cm) resultou em 60 % delas sem insetos. Baseado nesse estudo, seria necessário 723 unidades de amostra para satisfazer um nível de precisão de 95 %. Para unidades de amostra maiores (20 cm x 120 cm) haveria necessidade de 98 amostras para satisfazer a mesma precisão. O volume de trabalho para atender a esse nível de precisão inviabiliza a amostragem. As freqüências de distribuição, através do teste de χ^2 (Figura 6), foram equivalentes à da binomial negativa nas duas unidades de amostra de menor tamanho, e nas três unidades de maior tamanho foram equivalentes à da distribuição de Poisson.

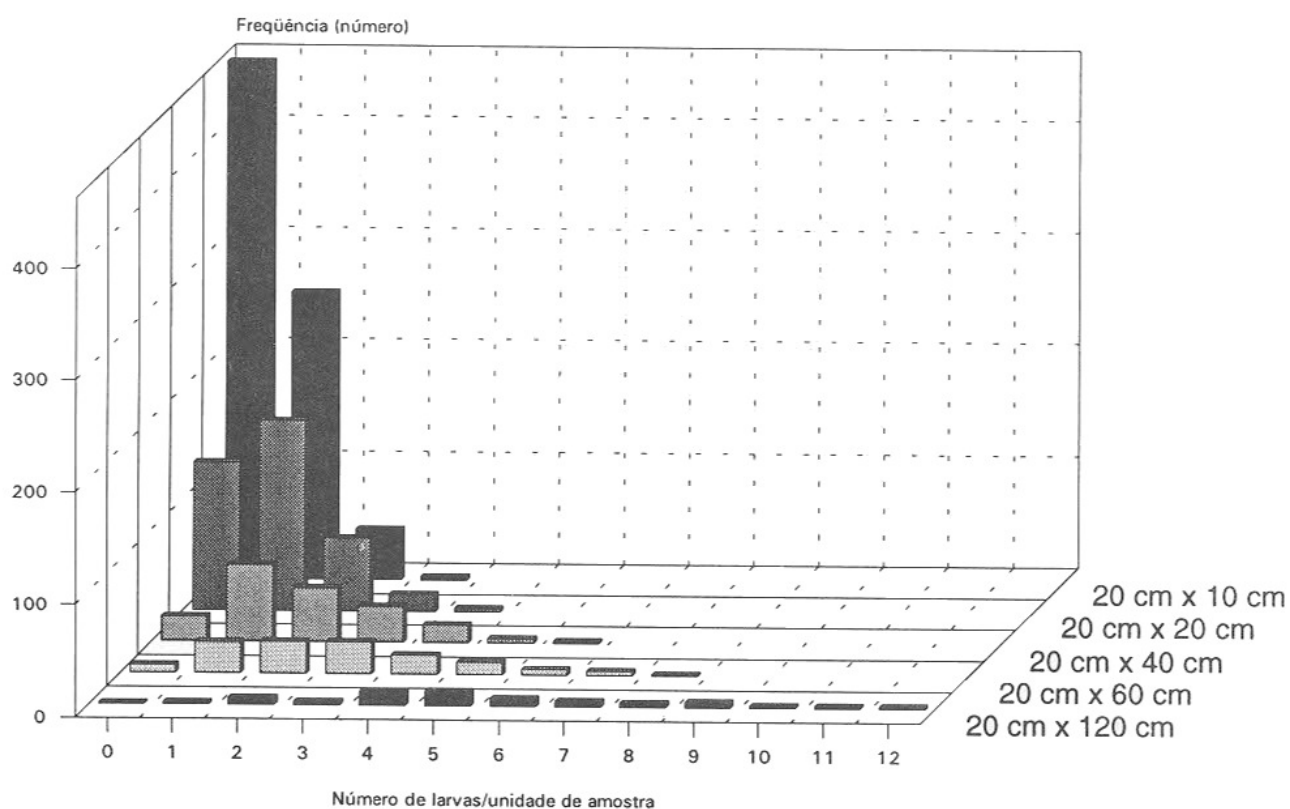
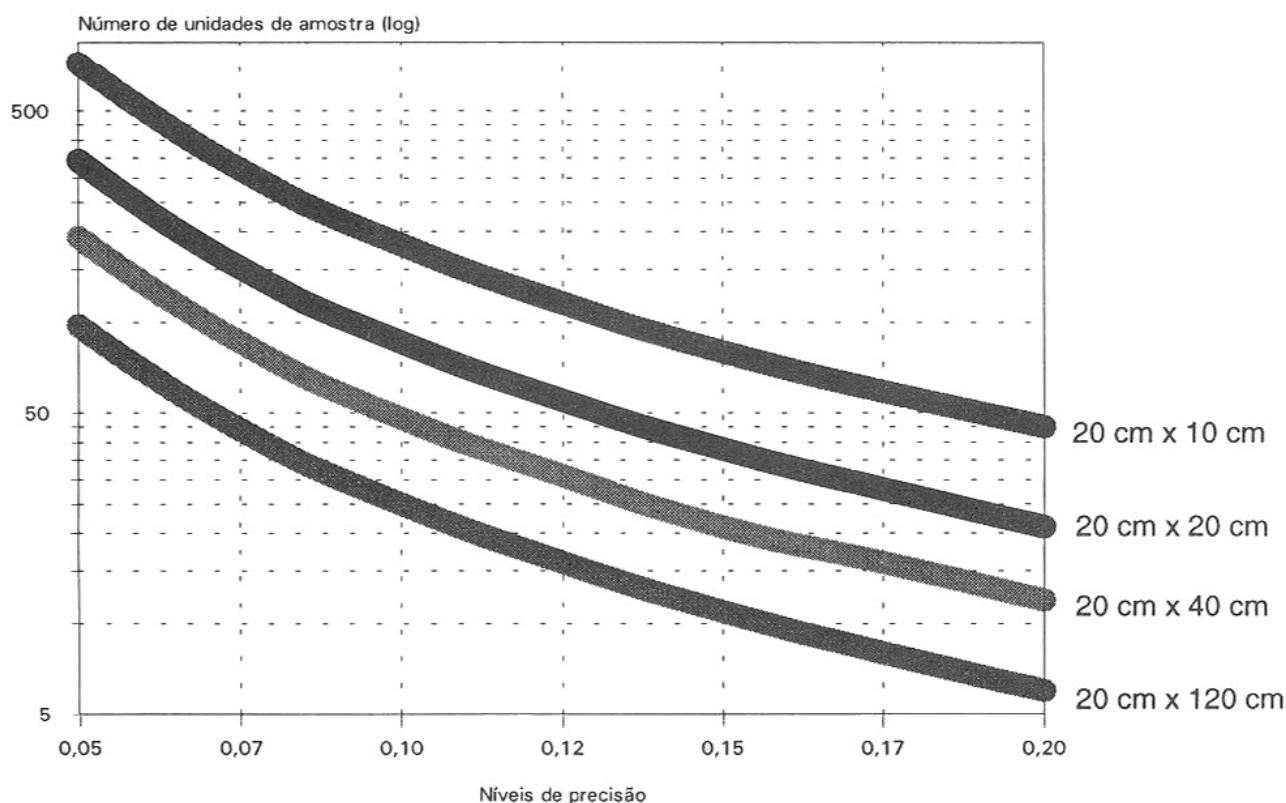


Figura 6. Relação entre a freqüência e o número de larvas de *Diloboderus abderus* (Col., Melolonthidae), coletadas em lavoura de trigo sob plantio direto, para diferentes tamanhos de unidades de amostra (Gassen e Corseuil, 1993).

Unidades de amostra com área em torno de 20 cm x 40 cm foram escolhidas como as mais práticas de serem tomadas para coleta de larvas de melolontídeos subterrâneos em lavouras de trigo (Gassen e Corseuil, 1993). Amostras de tamanho menor demandam um número mais elevado de repetições e amostras de tamanho maior necessitam de mais tempo de mão-de-obra.



*Figura 7. Relação entre o número de unidades de amostra e o nível de precisão na amostragem de larvas de **Diloboderus abderus** (Col., Melolonthidae), coletadas em lavoura de trigo sob plantio direto, para diferentes tamanhos de unidade de amostra (Gassen e Corseuil, 1993).*

O nível de precisão para a análise de dados de pesquisa é estabelecido em 90 % para estudos de dinâmica populacional e em 80 % para determinação de níveis de dano de pragas (Southwood, 1978). No caso de amostragem de insetos de solo,

a distribuição espacial e temporal é errática e há uma demanda maior de mão-de-obra para a coleta de amostras. Em estudos de amostragem de larvas de melolontídeos, quando se inclui a possibilidade prática de execução, o nível de precisão de 80 % é considerado aceitável (Alvarado et al., in press.; Gassen e Corseuil, 1993) também para dinâmica populacional.

A profundidade de amostragem no solo depende das características biológicas de cada espécie de inseto. As larvas de *D. abderus*, durante o mês de setembro, encontram-se a uma profundidade de até 38 cm, 80 % delas até 20 cm de profundidade em lavouras de trigo sob plantio direto (Figura 3). As larvas de *P. sanctipauli* encontram-se em profundidades menores; 80 % delas foram encontradas em profundidades de até 10 cm (Figura 3) (Gassen, 1992b). Em soja, durante o mês de abril, 80 % das larvas de *D. abderus* e de *P. sanctipauli* encontram-se até 10 cm de profundidade, e as de *C. flavipennis* até 6 cm (Figura 4) (Gassen, não publicado).

Algumas espécies de insetos de solo subterrâneos, como as larvas de *D. speciosa*, encontram-se junto ao sistema radicular das plantas. A amostragem de uma planta de milho, com área de 20 cm x 20 cm, é considerada uma unidade de amostra adequada para essa espécie (Gassen, não publicado). Alguns insetos de superfície de solo, como *L. bonariensis*, *E. lignosellus* e *B. punctulatus*, podem ser amostrados mediante o exame de plantas e a coleta de solo até 2 cm ou 3 cm de profundidade.

O tamanho ideal da unidade de amostra está associado a cada espécie de inseto e seria difícil adotar um método universal de amostragem para atender às características biológicas e de

distribuição espacial com a precisão recomendada nos cálculos matemáticos. Estudos com nematódeos de solo, em florestas, indicam amostragem adequada com dez repetições de 1. cm² (Andrássy, 1962). Para a amostragem de minhocas de tamanho médio, em solo arado, são indicadas 16 repetições de 600 cm² (Zicsi, 1962).

Para insetos de solo em lavouras sob plantio direto, deve-se considerar a praticidade da amostragem. No caso de emprego de pá de corte para extração de solo, sugere-se usar a largura da ferramenta como medida base (geralmente 20 cm) para facilitar a retirada do solo e até mesmo acelerar o processo de amostragem. É importante salientar que o arranjo de plantas cultivadas e o espaçamento de sementeira estão entre os fatores que mais afetam a distribuição espacial de espécies fitófagas.

Freqüência e Época de Amostragem

A freqüência de amostragem depende das características biológicas, da sazonalidade e da fase de desenvolvimento do inseto sobre o qual deseja obter informações.

*Para larvas do grupo Scarabaeoidea, a amostragem mensal é suficiente, porém deve ser mais freqüente (semanal) para a fase de ovo. A mosca da semente, *D. platura*, pode infestar as plantas rapidamente e seu ciclo biológico completa-se em menos de dez dias. Nesse caso, a amostragem diária seria recomendável. Para o reconhecimento da fauna de solo associada às plantas cultivadas sob plantio direto, pode-se fazer uma amostragem mensal e estudar as espécies de maior importância de forma*

intensiva em lavouras onde o inseto ocorre em população maior.

*Algumas espécies se movimentam no perfil do solo ou se encontram em profundidades maiores, dificultando a amostragem. As larvas de **Migdolus fryanus** (Col., Cerambycidae) são encontradas até 5 m de profundidade no solo. Espécies de cupins subterrâneos, freqüentes em lavouras sob plantio direto, não constroem montículos e se deslocam para a superfície do solo quando a umidade e a temperatura são favoráveis à coleta de resíduos vegetais. Nos períodos de seca ou de calor, penetram no solo através de galerias, não sendo coletados em amostras superficiais. As populações desses insetos são difíceis de serem estimadas e o custo de amostragem se torna elevado, impedindo a tomada de amostras freqüentes.*

Extração de Insetos de Solo

A extração de insetos das amostras depende da espécie, da fase de desenvolvimento e de sua localização no solo ou na planta.

A peneiragem de solo (peneira com 5 mm de malha) é um método útil para insetos encontrados que apresentam mobilidade e tamanho relativamente grande. A separação e a contagem dos insetos são feitas usando-se pinças e pela observação visual. A lavagem do solo através de jogos de peneiras com malhas de diferentes tamanhos é um método trabalhoso, mas é usado em muitos estudos. Esse método provoca a destruição mecânica de insetos de corpo mole.

A extração de ovos postos no solo e de insetos de tamanho

pequeno pode ser obtida pela imersão e desestruturação da amostra numa solução de alta densidade (água + sal). Essa solução densa provoca a flutuação dos insetos. O uso de inseticidas (piretróides) e de outros produtos com efeito desalojante misturados à água induz o inseto a sair para a superfície e a se movimentar ativamente, o que facilita a localização e a contagem na superfície (Gassen, não publicado).

A combinação de água com inseticida, infiltrados em unidades de amostra protegidas por cilindros, é usada como método de amostragem de insetos do solo (Clements e Moore, 1989), especialmente para alguns himenópteros e para grilos.

A extração de insetos de amostras de solo submetidas a temperaturas elevadas ou à luz (Berlese, 1905) é um dos métodos mais tradicionais e eficientes para artrópodes de solo e de resíduos orgânicos, especialmente os de tamanho pequeno. Outras técnicas de extração de insetos de amostras de solo são discutidas por Southwood (1978) e em diversos trabalhos listados nas referências bibliográficas.

Sugestões para a Amostragem de Insetos de Solo sob Plantio Direto

Melhores estimativas de populações podem ser feitas a partir do conhecimento do hábitat e da biologia do inseto. Por isso, o plano de amostragem ideal deve ser desenvolvido por espécie de inseto ou por grupos com hábitos semelhantes, além de considerar o tipo de palha na superfície do solo, a sucessão de culturas, o grau de dependência do inseto relativamente à planta

cultivada e a distribuição de plantas na lavoura. De qualquer forma, pode-se sugerir algumas linhas gerais a serem seguidas num plano de amostragem em experimentos ou em lavouras sob plantio direto.

Baseado na experiência adquirida com larvas de Melolonthidae, no Brasil (Gassen, 1992b; Gassen e Corseuil, 1993) e na Argentina (Alvarado et al., in press), sugerem-se doze repetições de unidades de amostra com 20 cm x 40 cm x 20 cm de profundidade. Esse tamanho de unidade de amostra pode, também, ser usado para outras espécies de insetos de solo. Doze repetições e uma freqüência mensal de amostragem resultam no revolvimento de solo em mais de 10 m²/ano e, com uma freqüência de 15 dias, em mais de 20 m². Isso pode afetar o desenvolvimento normal das observações de outros aspectos do experimento. Ocorrendo essa interferência, sugere-se diminuir o tamanho e o número de unidades de amostras nas parcelas de experimentos e fazer as amostragens com estudos mais detalhados em lavouras sob plantio direto para validar os resultados obtidos nas parcelas experimentais.

Referências Bibliográficas

- ALVARADO, L.; FRUTOS, E.; SENIGAGLIESI, C. Método de muestreo de larvas de Diloboderus abderus (Sturm) con fines ecologicos. In press.*
- ANDRÁSSY, I. The problem of number and size of sampling unit in quantitative studies of soil nematoda. In: MURPHY, P.W.; PHIL, D., ed. Progress in soil zoology. London: Butterworths, 1962. p.65-67.*

- ANSCOMBE, F.J. *The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distribution. Biometrics*, v.5, n:2, p.165-173, 1949.
- ARCHER, T.L.; MUSICK, G.J. *Evaluation of sampling methods for black cutworm larvae in field corn. Journal of Economic Entomology*, v.70, n.4, p.447-449, 1977.
- BARKER, G.M.; ADDISON, P.J. *Sampling Argentine stem weevil, *Listronotus bonariensis* (Kuschel), populations in pasture: the soil-dwelling stages. New Zealand Journal of Agricultural Research*, v.32, n.1, p.95-103, 1989.
- BERLESE, A. *Apparatchio per raccoglieri presto ed in gran numero piccoli artropodi. Redia*, v.2, p.85-89, 1905.
- BLISS, C.I.; FISHER, R.A. *Fitting the negative binomial distribution to biological data. Biometrics*, v.9, n.2, p.176-200, 1953.
- BRIAN, M.V. *Species frequencies in random samples from animal populations. The Journal of Animal Ecology*, v.22, p.57-64, 1953.
- BURRAGE, R.H.; GYRISCO, G.G. *Distribution of third instar larvae of the European chafer and the efficiency of various sampling units for estimating their populations. Journal of Economic Entomology*, v.47, n.6, p.1009-1014, 1954.
- BURRAGE, R.H.; GYRISCO, G.G. *Estimates of populations and sampling variance of European chafer larvae from samples taken during the first, second and third instar. Journal of Economic Entomology*, v.47, n.5, p.811-817, 1954.
- CHRISTENSEN, J.B.; GUTIERREZ, A.P.; COTHRAN, W.R.; SUMMERS, C.G. *The within field spatial pattern of the larval egyptian alfalfa weevil, *Hypera brunneipennis* (Coleoptera: Curculionidae): an application of parameter estimates in simulation. The Canadian Entomologist*, v.109, n.12, p.1599-1604, 1977.

- CLEMENTS, R.O.; MOORE, D. A rapid field sampling kit for leatherjackets. In: AUSTRALASIAN CONFERENCE ON GRASSLAND INVERTEBRATE ECOLOGY, 5., 1989, Canberra. **Proceedings...** Canberra: CSIRO, 1989, p.28-34.
- COCKBILL, G.F.; HENDERSON, V.E.; ROSS, D.M.; STAPLEY, J.H. Wireworm populations in relation to crop production: I. A large-scale flotation method for extracting wireworms from soil samples and results from a survey of 600 fields. **The Annals of Applied Biology**, v.32, n.2, p.148-163, 1945.
- EASTMAN, C.E. Sampling phytophagous underground soybean arthropods. In: Kogan, M.; Herzog, D.C. **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Spring-Verlag, 1980. p.327-354.
- FINCH, S.; SKINNER, G.; FREEMAN, G.H. The distribution and analysis of cabbage root fly egg populations. **Annals of Applied Biology**, v.79, p.1-18, 1975.
- FINNEY, D.J. Field sampling for the estimation of wireworm populations. **Biometrics Bulletin**, v.2, n.1, p.1-7, 1946.
- GASSEN, D.N. Classificação de pragas de solo de acordo com o habitat e com os hábitos alimentares. In: REUNIÃO SOBRE PRAGAS SUBTERRÂNEAS DOS PAÍSES DO CONE SUL, 2., 1992, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1992a. p.179.
- GASSEN, D.N. Distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus* e de *Phytalus sanctipauli* em lavouras de trigo. In: REUNIÃO SOBRE PRAGAS SUBTERRÂNEAS DOS PAÍSES DO CONE SUL, 2., 1992, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1992b. p.173.

- GASSEN, D.N.** *Insetos subterrâneos prejudiciais às culturas no sul do Brasil*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1989. 49p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 13).
- GASSEN, D.N.; CORSEUIL, E.** Disposição e amostragem de larvas de *Diloboderus abderus* (Col., Melolonthidae), em plantio direto de trigo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 1993, Piracicaba. Resumos... Piracicaba: SEB, 1993. p.627.
- GASSEN, D.N.; DIEHL, J.H.** Levantamento da ocorrência de plantas de trigo danificadas por insetos rizófagos e brocas no Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). Resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo apresentados na XIII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo. Passo Fundo, 1984. p.114-119.
- GASSEN, D.N.; JACKSON, T.** Prediction, sampling and thresholds - problems of distribution of soil insects. In: INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONGRESS, 12., 1991, Rio de Janeiro. Programs and abstracts... [Rio de Janeiro: s.n., 1991]. não paginado.
- GASSEN, D.N.; JACKSON, T.** Some aspects of scarabaeid pests and their pathogens in Southern Brazil. In: Jackson, T.A.; Glare, T.R., ed. Use of pathogens in scarab management. Andover, Hampshire: Intercept, 1992. p.281-285.
- GOMEZ, K.A.; GOMEZ, A.A.** *Statistical procedures for agricultural research*. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1984. 680p.
- GUPPY, J.C.; HARCOURT, D.G.** Spatial pattern of the immature stages and teneral adults of *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) in a permanent meadow. *The Canadian Entomologist*, v.102, p.1354-1359, 1970.

- GUPPY, J.C.; HARCOURT, D.G.; MUKERJI, M.K. Population assessment during the larval stage of the alfalfa weevil *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae). *The Canadian Entomologist*, v.107, n.8, p.785-792, 1975.
- HEALY, M.J.R. Some basic statistical techniques in soil zoology. In: MURPHY, P.W.; PHIL, D., ed. *Progress in soil zoology*. London: Butterworths, 1962. p.3-9.
- HENDERSON, C.F.A. Sampling technique for estimating populations of small arthropods in soil and vegetation. *Journal of Economic Entomology*, v.53, n.1, p.115-121, 1960.
- HUGHES, R.D. The study of aggregated populations. In: MURPHY, P.W.; PHIL, D., ed. *Progress in soil zoology*. London: Butterworths, 1962. p.51-55.
- IWAO, S. On a method for estimating the rate of population interchange between two areas. *Researches of Population Ecology*, v.5, n.1, p.44-50, 1963.
- JONES, A.W. Practical field methods of sampling soil for wireworms. *Journal of Agricultural Research*, v.54, p.123-134, 1937.
- KAIN, W.M.; HOLLAND, T.V.; ATKINSON, D.S. Rapid methods for sampling soil-inhabiting insect pests of pasture. In: AUSTRALASIAN CONFERENCE ON GRASSLAND INVERTEBRATE ECOLOGY, 5., 1979 ou 1989, Camberra. *Proceedings...* Camberra: CSIRO, 1989, p.108-112.
- KARANDINOS, M.G. Optimum sample size and comments on some published formulae. *Bulletin of the Entomological Society of America*, v.22, n.4, p.417-421, 1976.
- KELSEY, J.M. Sampling pasture insects. *The New Zealand Entomologist*, v.4, n.1, p.12-19, 1967.

- KUNO, E. A new method of sequential sampling to obtain the population estimates with a fixed level of precision. *Researches on Population Ecology*, v.11, n.2, p.127-136, 1969.
- LADELL, W.R.S. A new apparatus for separating insects and other arthropods from the soil. *The Annals of Applied Biology*, v.23, n.4, p.862-879, 1936.
- LADELL, W.R.S. Field experiments on the control of wireworms. With appendix: the information supplied by the sampling results, by W.G. Cochran. *The Annals of Applied Biology*, v.25, n.4, p.341-389, 1938.
- LIM, K.P.; STEWART, R.K.; YULE, W.N. Spatial distribution of white grubs *Phylophaga anxia* (Col. Scarab.) to estimate population density. *Annual Entomological Society Quebec*, v.27, p.176-183, 1982.
- MACFADYEN, A. A comparison of methods for extracting soil arthropods. In: KEVAN, D.K.M. *Soil zoology*. London: Butterworths, 1955. p.315-332.
- MACFADYEN, A. Notes on methods for the extraction of small soil arthropods. *The Journal of Animal Ecology*, v.22, p.65-77, 1953.
- MORRIS, H.M. On a method of separating insects and other arthropods from soil. *Journal of Economic Entomology*, v.23, n.6, p.197-200, 1930.
- MORRIS, R.F. Sampling insect populations. *Annual Review of Entomology*, v.5, p.243-264, 1960.
- MORRIS, R.F. The development of sampling techniques for forest insect defoliators, with particular reference to the spruce budworm. *Canadian Journal of Zoology*, v.33, n.4, p.225-294, 1955.

MUKERJI, M.K.; HARCOURT, D.G. Design of a sampling plan for studies on the population dynamics of the cabbage maggot *Hylemya brassicae* (Diptera: Anthomyiidae). *The Canadian Entomologist*, v.102, n.12, p.1513-1518, 1970.

MURPHY, P.W. Extraction methods for soil animals. I. Dynamic methods with particular reference to funnel processes. In: MURPHY, P.W.; PHIL, D., ed. *Progress in soil zoology*. London: Butterworths, 1962. p.75-114.

MURPHY, P.W. Extraction methods for soil animals. II. Mechanical methods. In: MURPHY, P.W.; PHIL, D., ed. *Progress in soil zoology*. London: Butterworths, 1962. p.115-155.

PLUNKETT, I.G.; KAIN, W.M. The use of frequency distribution models for spatial distribution studies of soil-inhabiting insects. In: AUSTRALASIAN CONFERENCE ON GRASSLAND INVERTEBRATE ECOLOGY, 5., 1989, Canberra. *Proceedings...* Canberra: CSIRO, 1989, p.28-34.

PRICE, J.F.; SHEPARD, M. Sampling ground predators in soybean fields. In: Kogan, M.; Herzog, D.C. *Sampling methods in soybean entomology*. New York: Springer-Verlag, 1980. p.532-543.

RAW, F. Flotation methods for extracting soil arthropods. In: MURPHY, P.W.; PHIL, D., ed. *Progress in soil zoology*. London: Butterworths, 1962. p.199-201.

ROBERTS, R.J.; RIDSDILL-SMITH, T. A plough technique for sampling soil insects. *Journal of Applied Ecology*, v.9, n.2, p.427-430, 1972.

ROJAS, B.A. La binomial negativa y la estimación de intensidad de plagas en el suelo. *Fitotecnia Latinoamericana*, v.1, n.1, p.27-36, 1964.

- ROSENBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. *Microclimate: the biological environment*. New York: John Wiley & Sons, 1983. 495p.
- RUESINK, W.G. *Introduction to sampling theory*. In: KOGAN, M.; HERZOG, D.C. *Sampling methods in soybean entomology*. New York: Springer-Verlag, 1980. p.61-78.
- RUESINK, W.G.; KOGAN, M. *The quantitative bases of pest management: sampling and measuring*. In: METCALF, R.L.; LUCKMANN, W.H., ed. *Introduction to insect pest management*. New York: John Wiley & Sons, 1975. p.309-351.
- SALT, G.; HOLLICK, F.S.J. *Studies of wireworm populations I. A census of wireworms in pasture*. *Journal of Experimental Biology*, v.23, p.1-46, 1946.
- SHIRCK, F.H. *A soil-washing device for use in wireworm investigations*. *Bulletin of Entomological Research*, v.13, p.991-994, 1922.
- SOUTHWOOD, T.R.E. *Ecological methods; with particular reference to the study of insect populations*. 2 ed. London: Chapman and Hall, 1978. 524p.
- SOUTHWOOD, T.R.E. *Migration of terrestrial arthropods in relation to the habitat*. *Biological Review*, v.37, n.2, p.171-214, 1962.
- SPILLER, D. *Truncated lognormal distribution of red scale (Aonidiella aurantii Mask.) on citrus leaves*. *New Zeland Journal of Science and Technology*, n.5, p.483-487, 1952.
- SPILLER, D. *Truncated lognormal and root-normal frequency distributions of insect populations*. *Nature*, v.162, p.530, 1948.
- TAYLOR, L.R. *Aggregation, variance and the mean*. *Nature*, v.189, n.4766, p.732-735, 1961.

- TAYLOR, L.R. *A natural law for the spatial disposition of insects. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 12, 1965. p.396-397.*
- TAYLOR, L.R. *Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations. Annual Review of Entomology, v.29, p.321-357, 1984.*
- TAYLOR, L.R.; TAYLOR, R.A.J. *Aggregation, migration and the population mechanics. Nature, v.265, n.5593, p.415-421, 1977.*
- YATES, F.; FINNEY, D.J. *Statistical problems in field sampling for wireworms. The Annals of Applied Biology, v.29, n.2, p.156-167, 1942.*
- ZICSI, A. *Determination of number and size of sampling unit for estimating lumbricid populations of arable soils. In: MURPHY, P.W.; PHIL, D., ed. Progress in soil zoology. London: Butterworths, 1962. p.68-71.*

**MINISTÉRIO
DA AGRICULTURA
E DO ABASTECIMENTO**

**GOVERNO
FEDERAL**

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Centro Nacional de Pesquisa de Trigo

Rodovia BR 285, km 174 - Caixa Postal 451

99001-970 Passo Fundo, RS

Fone: (54) 311 3444, Fax: (54) 311 3617

e-mail: sac@cnpt.embrapa.br

site: <http://www.cnpt.embrapa.br>

Ministério da Agricultura e do Abastecimento